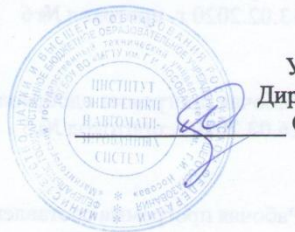




МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИЭиАС
С.И. Лукьянов

26.03.2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОВРЕМЕННОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ И
НАНОЭЛЕКТРОНИКИ**

Направление подготовки (специальность)
11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы
Промышленная электроника и автоматика электротехнических комплексов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	1
Семестр	1

Магнитогорск
2020 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника (уровень магистратуры) (приказ Минобрнауки России от 22.09.2017 г. № 959)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

13.02.2020 г. протокол № 6

Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС

26.03.2020 г. протокол № 5

Председатель _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук _____ А.Е. Васильев

Рецензент:

директор СЦ, ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг", канд. техн. наук _____

Е.С. Суспицын

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2020 - 2021 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от 31.08.2020 г. № 1
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2021 - 2022 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2022 - 2023 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2023 - 2024 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от _____ 20__ г. № __
Зав. кафедрой _____ С.И. Лукьянов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» являются:

- формирование у студентов способности применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы;
- приобретение студентом знаний по последним научным и техническим достижениям в различных направлениях электроники и микроэлектроники, практическим приложениям и реализациям научно-технических достижений в электронике;
- приобретение студентом навыков анализа научно-технической литературы в области электроники в ближайшей и далекой перспективе, и умения оценивать функциональные возможности новых элементов электроники для создания различных электронных устройств.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники входит в обязательную часть учебного плана образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Изучение дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» базируется на естественно-научных дисциплинах и дисциплинах общепрофессиональной подготовки бакалавриата: Физические основы электроники, Схемотехника, Расчет электронных схем, Материалы и элементы электронной техники, Физика конденсированного состояния, Микропроцессоры, Компоненты электронной техники.

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Производственная - научно-исследовательская работа

Производственная - научно-исследовательская работа

Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Актуальные проблемы современной электроники и нанoeлектроники» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ОПК-2	Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы
ОПК-2.1	Рассматривает методы синтеза и исследования моделей
ОПК-2.2	Адекватно ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования
ОПК-2.3	Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 37 акад. часов;
- аудиторная – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 1 акад. часов
- самостоятельная работа – 71 акад. часов;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа			Самостоятельная работа	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Раздел 1								
1.1 Введение, цели и задачи дисциплины	1	2	2		7	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.2 Современные технологии в		2	2/ИИ		8	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.3 Квантово-размерные эффекты		2	2/ИИ		8	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.4 Микроволновые и оптоэлектронные системы		2	2/ИИ		8	Подготовка доклада по теме занятия	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.5 Проблемы современной		2	2/ИИ		8	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.6 Инжекционные гетеролазеры		2	2/ИИ		8	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.7 Проблемы поверхностей и		2	2/ИИ		8	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.8 Высокотемпературн		2	2		8	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
1.9 Высокотемпературн		2	2		8	Подготовка доклада по	Устный опрос (собеседования)	ОПК-2.1, ОПК-2.2, ОПК-2.3
Итого по разделу		18	18/6		71			
Итого за семестр		18	18/6		71		зачёт	
2.								
2.	0							
Итого по разделу								
Итого за семестр		0	0	0				

Итого по дисциплине	18	18/6	71		зачет	
---------------------	----	------	----	--	-------	--

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Актуальные проблемы современной электроники и наноэлектроники» используются традиционная и модульно-компетентностная технологии.

Реализация компетентностного подхода предусматривает использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

При проведении учебных занятий преподаватель обеспечивает развитие у обучающихся навыков командной работы, межличностной коммуникации, принятия решений, лидерских качеств посредством проведения интерактивных лекций, групповых дискуссий, ролевых игр, тренингов, анализа ситуаций, учета особенностей профессиональной деятельности выпускников и потребностей работодателей.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Астахов, В. П. Основы технологии электронной компонентной базы : практикум : учебное пособие / В. П. Астахов, С. А. Леготин, К. А. Кузьмина. [Электронный ресурс] — Москва : МИСИС, 2016. — 53 с. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/93644>. – (дата обращения: 21.10.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Бородина, Е. Г. Основы квантовой электроники : учебное пособие / Е. Г. Бородина, В. В. Лентовский. — Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2017. — 160 с.- м <https://e.lanbook.com/book/121835>. – (дата обращения: 21.10.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей

б) Дополнительная литература:

1. Игнатов А.Н.. Оптоэлектроника и нанофотоника. Учебн. для студ. Вузов. [Электронный ресурс] – Спб.; Лань, 2020. – 596 стр. .- Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/133479>. – (дата обращения: 21.10.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Лозовский В.Н., Константинова Г.С., Лозовский С.В. Нанотехнологии в электронике. Введение в специальность. Учебное пособие. 2-е изд., испр.[Электронный ресурс] . - - Спб.; Лань, 2008. – 332 стр. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113943>.– (дата обращения: 21.10.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Григорьев А.Д. Электродинамика и микроволновая техника: Учебник. 2-е изд. [Электронный ресурс] – Спб.; Лань, 2007. – 704 стр. - Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118>. – (дата обращения: 21.10.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

в) Методические указания:

Конструирование блоков радиоэлектронных средств : учебное пособие / Д. Ю. Муромцев, О. А. Белоусов, И. В. Тюрин, Р. Ю. Курносов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 288 с. — ISBN 978-5-8114-3529-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/113384> (дата обращения: 21.10.2020) — Режим доступа: для авториз. пользователей.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
Windows 7	Д-1227 от 8.10.2018 Д-757-17 от 27.06.2017	11.10.2021 27.07.2018
7 Zip	Свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам	URL: http://window.edu.ru/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Университетская информационная система РОССИЯ	https://uisrussia.msu.ru
Международная наукометрическая реферативная и полнотекстовая база данных научных изданий «Web of science»	http://webofscience.com
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных	http://scopus.com

Международная база полнотекстовых журналов Springer Journals	http://link.springer.com/
Международная коллекция научных протоколов по различным отраслям знаний	http://www.springerprotocols.com/
Международная база научных материалов в области физических наук и инжиниринга	http://materials.springer.com/
Международная база справочных изданий по всем отраслям знаний SpringerReference	http://www.springer.com/references
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Архив научных журналов «Национальный электронно-информационный конкорциум» (НП НЭИКОН)	https://archive.neicon.ru/xmlui/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
Лекционная аудитория ауд. 458	Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации
Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд. 367	Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области моделирования физических величин.
Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Интерактивная доска, проектор; Мультимедийный проектор, экран.
Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы.	Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования	Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Аудиторная самостоятельная работа студентов на лабораторных занятиях осуществляется под контролем преподавателя в виде решения задач и выполнения упражнений, которые определяет преподаватель для студента.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов осуществляется в виде чтения с проработкой материала, составлением конспектов по заданному материалу.

Тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Количество часов	Формы контроля
. Современные технологии в электронике, нанотехнологии	- самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе №1.	9	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторной работе №1.
Квантово-размерные эффекты и приборы на их основе	- самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторной работе №2 - подготовка к контрольной работе №1.	9	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторной работе №2. Контрольная работа №1.
Микроволновые и оптоэлектронные системы телекоммуникаций.	- самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам №3. - подготовка к контрольной работе №2.	9	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторным работам №3.
Проблемы современной электроники больших мощностей	- самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам №4.	9	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторным работам №4 Контрольная

	- подготовка к контрольной работе №2.		работа №2.
Инжекционные гетеролазеры	самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам №5.	9	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторным работам №5
Проблемы поверхностей и межфазных границ	самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам №6.	9	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторным работам №6 Контрольная работа №3.
Высокотемпературная сверхпроводимость	самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам №7.	9	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторным работам №7
Высокотемпературная полупроводниковая электроника	самостоятельное изучение учебной литературы; - подготовка к коллоквиуму по лабораторным работам №8.	8	Проверка конспекта по данной теме. Коллоквиум по лабораторным работам №5 Контрольная работа №8.
Итого:		71	

Темы лабораторных работ:

1. Современные технологии в электронике, нанотехнологии
2. Квантово-размерные эффекты и приборы на их основе
3. Микроволновые и оптоэлектронные системы телекоммуникаций.

4. Проблемы современной электроники больших мощностей
5. Высокотемпературная полупроводниковая электроника

7. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2: Способен применять современные методы исследования, представлять и аргументировано защищать результаты выполненной работы		
ОПК-2.1:	Рассматривает методы синтеза и исследования моделей	Вопросы для подготовки к зачету. <ol style="list-style-type: none"> 1. Технологические особенности молекулярно-лучевой эпитаксии. Граница раздела пленка-подложка. 2. Основные особенности автоэпитаксиального и гетероэпитаксиального роста пленок; технология и оборудование для молекулярно-лучевой эпитаксии; контроль параметров. 3. Отличительные особенности электронно-лучевой, ионной и рентгенолитографии. 4. Опишите технологию испарения материалов с помощью электронных и лазерных пучков, кластерное напыление. 5. Ионные технологии. Ионное легирование полупроводников. Синтез материалов. 6. Ионная очистка подложек. Ионно-плазменные методы напыления и травления пленок. 7. Применение мощных электронных и ионных пучков наносекундной длительности для изготовления наноструктур. 8. Понятия "нанотехнология". Инструментально-технологические методы нанотехнологии.

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>9. Материалы высокотемпературной полупроводниковой электроники: карбид кремния, карбид титана, карбид бора и родственные материалы. Технологии получения. Метод Лели. Электрофизические свойства. Радиационная, механическая, химическая стойкость, теплопроводность, верхний предел рабочих температур для приборов на основе карбида кремния. Дефекты в карбиде кремния. Политипизм.</p> <p>10. Измерители температуры на основе облученного алмаза и карбида кремния. Приборы на основе карбида кремния, их применение для высокотемпературных сенсоров, робототехнике, контроля мощности СВЧ излучения больших уровней.</p> <p>11. Классификация квантовых эффектов: 2D, 1D, 0D-размерные эффекты.</p> <p>12. Статистика электронов в 2D, 1D и 0D размерных структурах.</p> <p>13. Распространение света в 2D, 1D и 0D размерных структурах.</p> <p>14. Сверхрешетки, квантовые точки, фононные кристаллы и их применение в электронике.</p> <p>15. Особенности энергетического спектра частиц в системах пониженной размерности. Квантовый эффект Холла в двумерном электронном газе.</p> <p>16. Фононный спектр в системах пониженной размерности.</p> <p>17. Транспортные явления, туннелирование через квантово-размерные структуры.</p> <p>18. Проблемы одноэлектроники.</p> <p>19. Микроволновые и оптоэлектронные системы телекоммуникаций.</p> <p>20. Особенности оптических методов передачи и обработки информации.</p> <p>21. Спутниковые системы связи для одновременной передачи речи, изображений, данных.</p> <p>22. Микроволновые системы персональной связи. Технические концепции сотовых систем связи. Аналоговые сотовые системы, цифровые сотовые системы. Преимущества цифровых методов, применяющихся в сотовых системах.</p> <p>23. Открытые оптоэлектронные системы телекоммуникаций: космические, наземные.</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Передача оптических сигналов в атмосфере и космосе.</p> <p>24. Принципы волоконно-оптической связи. Формирование, распространение, дисперсия в волоконно-оптических линиях связи (ВОЛС), элементная база оптических линий связи.</p> <p>25. Компьютерная телефония, INTERNET-телефония.</p> <p>26. Научно-технические и методологические основы исследования устройств силовой электроники: эволюция развития силовых полупроводниковых ключей</p> <p>27. Электрофизические и теплофизические основы СВЧ-энергетики;</p> <p>28. Установка СВЧ-энергетики непрерывного и импульсивного действия для технологических целей (сушка, обжиг, закалка, нагрев и другие области применения);</p> <p>29. Передача СВЧ-энергии на большие расстояния,</p> <p>30. Методы формирования узконаправленных пучков СВЧ-энергии в открытом пространстве;</p> <p>31. Мощные генераторы для СВЧ-энергетики генераторы О - и М-типов.</p>
ОПК-2.2:	Адекватно ставит задачи исследования и оптимизации сложных объектов на основе методов математического моделирования	<p>Вопросы для подготовки к зачету.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Преобразователи и преобразовательные устройства для разветвленных сетей и отдельных потребителей. Преобразователи для регулируемых электроприводов. 2. Источники питания электротехнологических установок. 3. Нанонаука, как совокупность знаний о свойствах вещества в нанометровом масштабе. 4. Нанотехнологии, наноинженерия. Инструментальные методы наноэлектроники: СТМ, АСМ 5. Полупроводниковые гетеропереходы; общая характеристика и особенности полупроводниковых лазеров; инжекционные ДТС-лазеры; 6. Гетеролазеры с раздельным электронным и оптическим ограничением; 7. Полосковые гетеролазеры; 8. Гетеролазеры с распределенной обратной связью;

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>9. Поверхностно-излучающие инжекционные лазеры;</p> <p>10. Рабочие характеристики инжекционных лазеров.</p> <p>11. Проблемы поверхностей и межфазных границ. Понятие поверхности, чистые поверхности и поверхности с адсорбентами;</p> <p>12. Роль поверхности в микроэлектронике, опто- и акусто-электронике, катализе.</p> <p>13. Роль поверхности при молекулярно-лучевой эпитаксии;</p> <p>14. Методы исследования поверхности; термодинамика поверхности; энергетический спектр чистых и адсорбированных поверхностей;</p> <p>15. Фазовые переходы; влияние межфазных границ на работу приборов.</p> <p>16. Высокотемпературная сверхпроводимость. Состояние проблемы, теоретические модели высокотемпературной сверхпроводимости (фононная, магنونная, экситонная, поляронная, электрон-фононная);</p> <p>17. Материалы для высокотемпературной сверхпроводимости, применение явления высокотемпературной сверхпроводимости.</p> <p>Темы лабораторных работ:</p> <p>6. Современные технологии в электронике, нанотехнологии</p> <p>7. Квантово-размерные эффекты и приборы на их основе</p> <p>8. Микроволновые и оптоэлектронные системы телекоммуникаций.</p> <p>9. Проблемы современной электроники больших мощностей</p> <p>10. Высокотемпературная полупроводниковая электроника</p>

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ОПК-2.3:	Владеет навыками методологического анализа научного исследования и его результатов	<p>Вопросы для подготовки к зачету.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Системный подход к анализу устройств силовой электроники; энергетические показатели качества преобразования энергии в вентильных преобразователях. 2. Элементная база полностью управляемых полупроводниковых ключей: силовые биполярные и мощные МПД-транзисторы, транзисторы со статической индукцией, запираемые тиристоры, биполярные транзисторы с изолированным затвором (IGBT-транзистор). Силовые модули. Интеллектуальные силовые модули (преобразователи с усилителями мощности, элементами защиты ключей по току и т.д.). 3. Методы анализа устройств силовой электроники. Модели силовых полупроводниковых приборов. Электромагнитная совместимость устройств силовой электроники. 4. Методы и системы управления вентильными преобразователями. Системы управления с элементами искусственного интеллекта. 5. Семейства модифицированных базовых схем устройств силовой электроники. Сверхмощные полупроводниковые ключи новых технологий. Устройства и установки энергетической электроники.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета в конце каждого семестра.

Методические указания для подготовки к зачету: для подготовки к зачету студент должен освоить все изучаемые темы, в том числе и отведенные для самостоятельного изучения, подготовить доклад по выбранной теме и организовать дискуссию по вопросу.

Критерии оценки освоения дисциплины:

Показатели и критерии оценивания зачета:

– «зачтено» – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями,

применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– **«не зачтено»** – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.